

Fisika Dasar I (FI-321)

Topik hari ini

Kesetimbangan Statik

- Syarat Kesetimbangan
- Pusat Gravitasi
- Kesetimbangan Stabil, Labil dan Netral



Keseimbangan Benda Tegar

Keseimbangan Mekanik

Benda dikatakan berada dalam keseimbangan mekanik apabila relatif terhadap suatu kerangka acuan inersial (pengamat):

1. $a_{pm} = 0$
2. $\alpha = 0$

Benda tidak harus diam terhadap pengamat,
yang penting benda tidak mempunyai percepatan

Jika benda benar-benar diam terhadap pengamat
($v_{pm} = 0$ dan $\omega = 0$), dinamakan
keseimbangan statik

Torsi dan Keseimbangan

► Syarat Keseimbangan 1

- Gaya eksternal netto = 0

$$\Sigma \vec{F} = 0$$
$$\Sigma F_x = 0 \text{ and } \Sigma F_y = 0$$

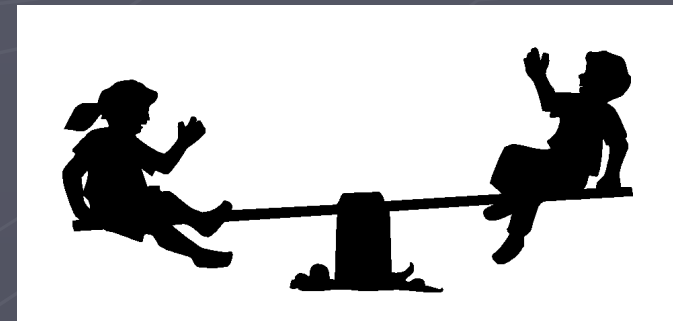
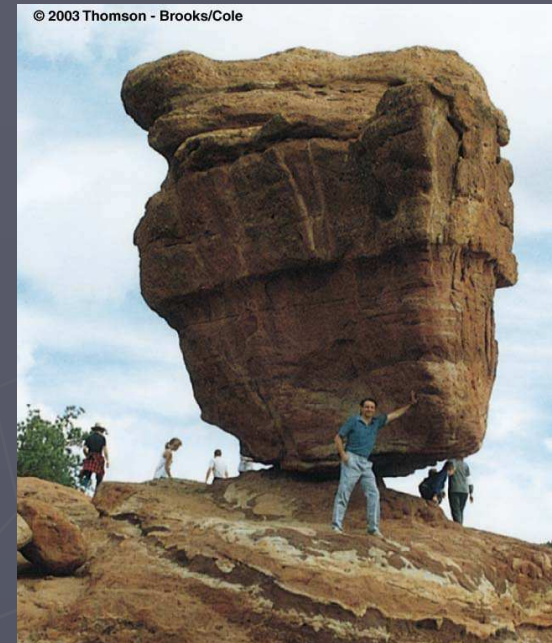
- Ini adalah syarat perlu, tetapi tidak cukup, syarat untuk memastikan bahwa benda dalam keseimbangan mekanik sempurna
- Merupakan pernyataan **keseimbangan translasi**

► Syarat Keseimbangan 2

- Torsi eksternal netto = 0

$$\Sigma \tau = 0$$

- Merupakan pernyataan **keseimbangan rotasi**



Syarat Kesetimbangan

Syarat 1: $\sum \vec{F}_{\text{eks}} = 0$

dalam komponen :

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots = 0$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots = 0$$

$$F_z = F_{1z} + F_{2z} + \dots = 0$$

Syarat 2: $\sum \vec{\tau} = 0$

dalam komponen :

$$\tau_x = \tau_{1x} + \tau_{2x} + \dots = 0$$

$$\tau_y = \tau_{1y} + \tau_{2y} + \dots = 0$$

$$\tau_z = \tau_{1z} + \tau_{2z} + \dots = 0$$

Sumbu Rotasi

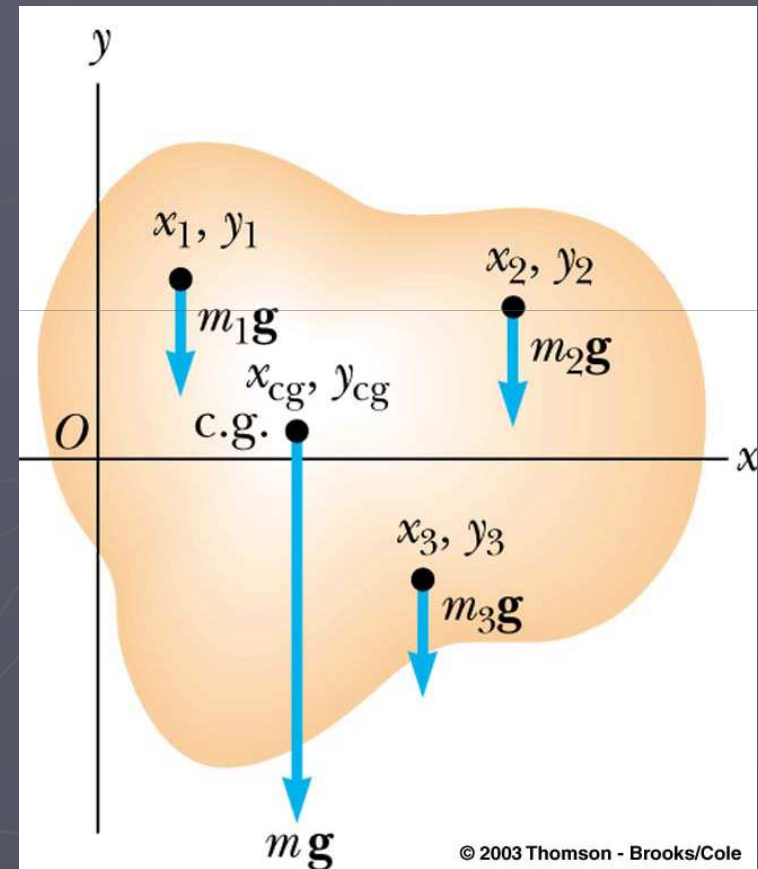
- ▶ Sejauh ini kita telah memilih sumbu rotasi dengan pasti
- ▶ Jika benda dalam kesetimbangan, tidak menjadi masalah anda memilih sumbu rotasi dimanapun untuk menghitung torsi neto
 - Sumbu rotasi dipilih bebas

Pusat Gravitasi

- ▶ Gaya gravitasi yang bekerja pada benda harus ditinjau juga
- ▶ Dalam mencari torsi yang dihasilkan oleh gaya gravitasi, semua berat benda dapat ditinjau terkonsentrasi di **satu** titik

Menghitung Pusat Gravitasi

1. Benda dibagi menjadi sejumlah banyak partikel berat (mg)
2. Setiap partikel memiliki koordinat masing-masing (x, y)
3. **Torsi** yang dihasilkan oleh **tiap partikel** terhadap sumbu rotasi adalah sama dengan **berat dikalikan dengan lengan gaya**
4. Kita akan menempatkan gaya tunggal pada **suatu titik**, dimana besarnya sama dengan berat benda, dan efek rotasinya sama untuk semua partikel-partikel kecil
 - Titik ini dinamakan ***pusat gravitasi*** dari benda



Koordinat Pusat Gravitasi

- Koordinat pusat gravitasi dapat ditentukan melalui hasil penjumlahan dari torsi yang bekerja pada masing-masing partikel yang dibuat sama dengan torsi yang dihasilkan oleh berat benda

$$x_{cg} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i} \text{ and } y_{cg} = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$$

- Pusat gravitasi dari benda yang homogen dan simetrik terletak pada sumbu simetrinya
- Biasanya, pusat gravitasi dari sebuah benda adalah pusat *geometri* dari benda

Example: Find center of gravity of the following system:

Given:

masses: $m_1 = 5.00 \text{ kg}$

$m_2 = 2.00 \text{ kg}$

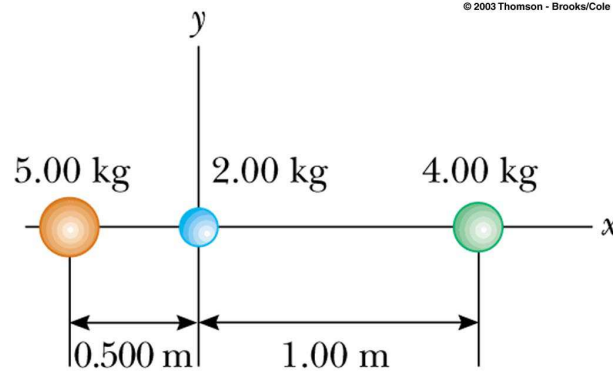
$m_3 = 4.00 \text{ kg}$

lever arms: $d_1 = 0.500 \text{ m}$

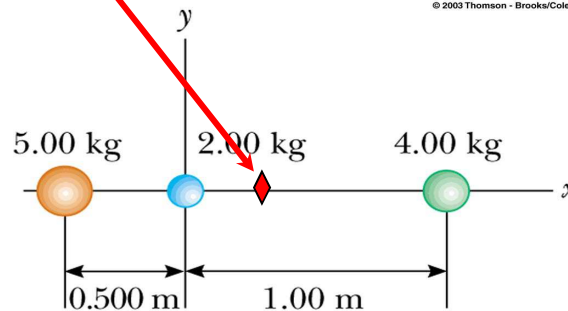
$d_2 = 1.00 \text{ m}$

Find:

Center of gravity

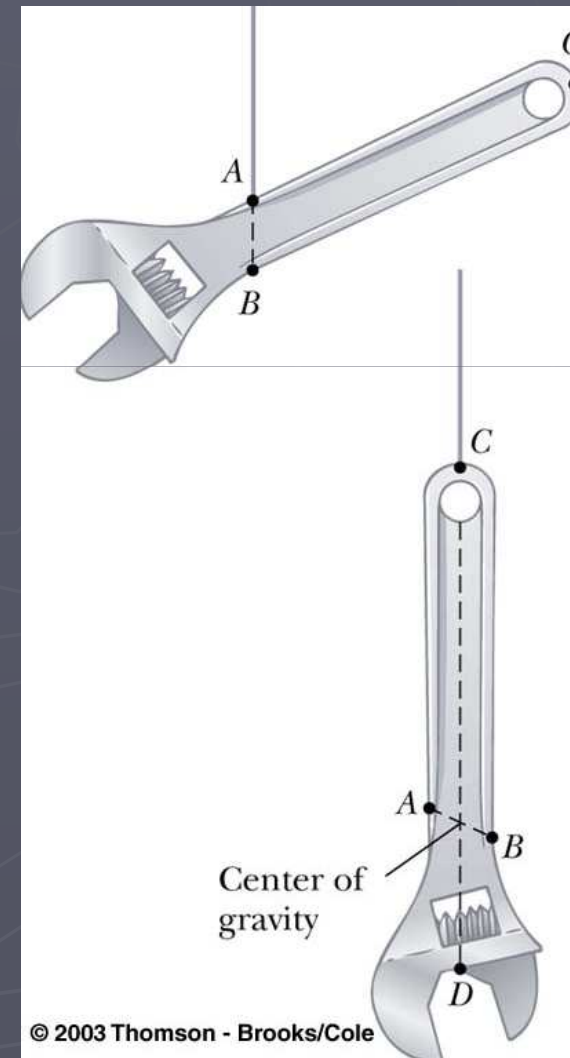


$$\begin{aligned} x_{cg} &= \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3}{m_1 + m_2 + m_3} \\ &= \frac{5.00 \text{ kg}(-0.500 \text{ m}) + 2.00 \text{ kg}(0 \text{ m}) + 4.00 \text{ kg}(1.00 \text{ m})}{11.0 \text{ kg}} \\ &= 0.136 \text{ m} \end{aligned}$$



Penentuan Pusat Gravitasi Secara Eksperimen

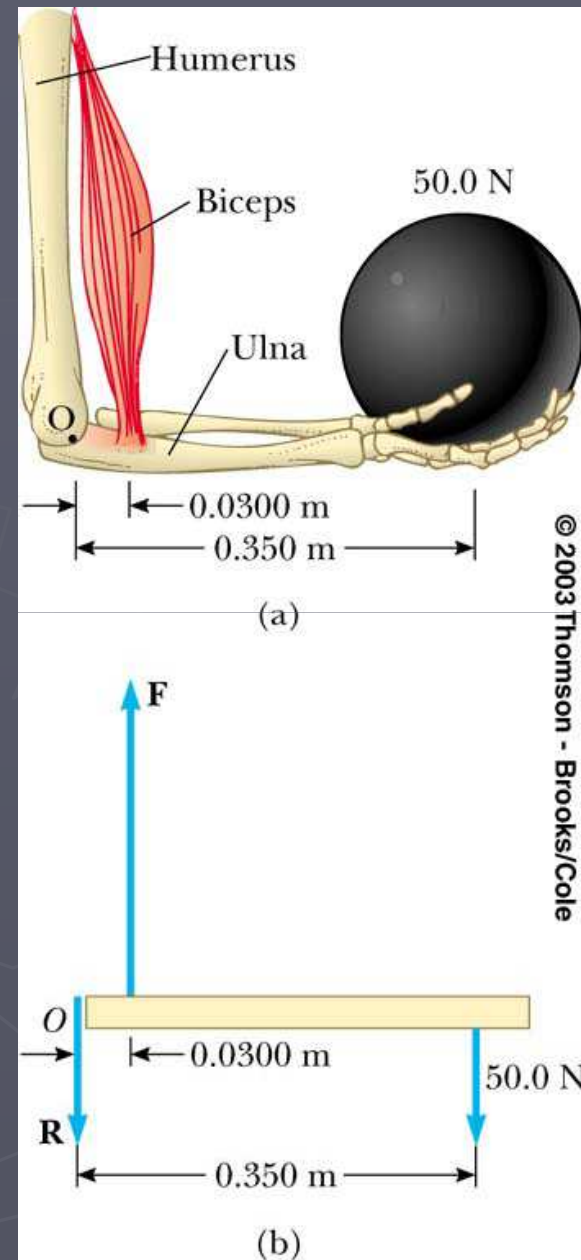
- ▶ Kunci inggris digantung secara bebas dengan dua poros yang berbeda
- ▶ Hasil persilangan garis mengindikasikan pusat gravitasi



Keseimbangan, once again

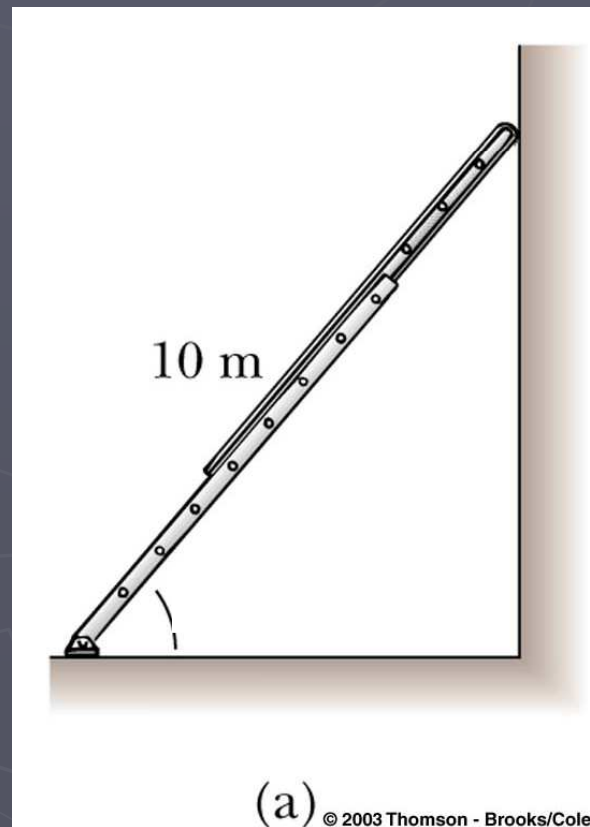
- ▶ Torsi neto = 0 tidak berarti tidak ada gerak rotasi
 - Sebuah benda yang berotasi **dengan kecepatan sudut uniform** dapat berada dalam pengaruh torsi neto = 0
 - ▶ Analog dengan keadaan gerak translasi dimana gaya neto = 0 tidak berarti benda tidak bergerak

Contoh Diagram Bebas Benda



Example

Suppose that you placed a 10 m ladder (which weights 100 N) against the wall at the angle of 30° . What are the forces acting on it and when would it be in equilibrium?



Example

Given:

weights: $w_1 = 100 \text{ N}$

length: $l = 10 \text{ m}$

angle: $\alpha = 30^\circ$

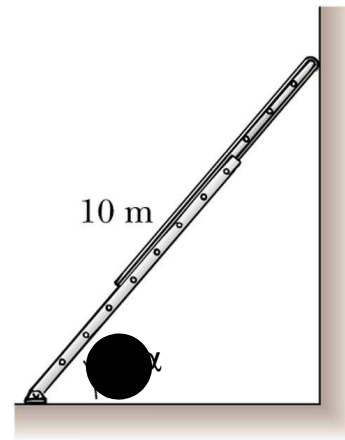
$\Sigma \tau = 0$

Find:

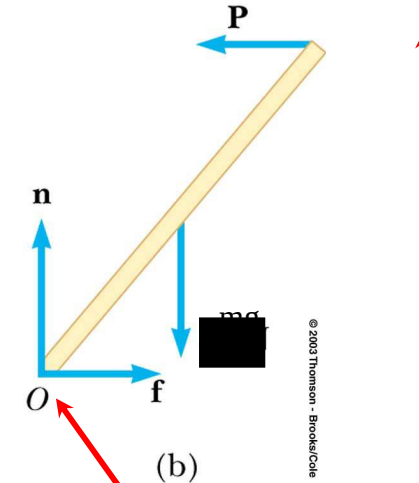
$f = ?$

$n = ?$

$P = ?$



(a) © 2003 Thomson - Brooks/Cole



(b)

1. Draw all applicable forces
2. Choose axis of rotation at bottom corner (τ of f and n are 0!)

Torques:

$$\Sigma \tau = mg \frac{L}{2} \cos 30^\circ - PL \sin 30^\circ = 0$$

$$0 = 100 \text{ N} \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.866 - P \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$P = 86.6 \text{ N}$$



Forces:

$$\Sigma F_x = f - P = 0$$

$$f = 86.6 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = n - mg = 0$$

$$n = 100 \text{ N}$$



Note: $f = \mu_s n$, so $\mu_s = \frac{f}{n} = \frac{86.6 \text{ N}}{100 \text{ N}} = 0.866$

PR

Buku Tipler I

Hal 337-338 no. 31, 32, 35

